

PRESENCIA DE NITRATOS EN EL AGUA SUBTERRANEA DEL NORTE BONAERENSE

Luis N. Leanza, Jorge R. Parente, Cristina T. Varanese, Paola L. Echeverría

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL DELTA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN ENERGIA Y AMBIENTE**

San Martín 1171 – (2804) Campana – Buenos Aires – Argentina

T.E./FAX : 54-03489-420249/420400/422018/437617

E-mail: leanzal@frd.utn.edu.ar / parentej@frd.utn.edu.ar

RESUMEN: Considerando que la presencia de nitratos en agua potable es un importante riesgo sanitario, esencialmente para los lactantes; que estudios anteriores realizados en la ciudad de Campana, localidad del norte bonaerense, dieron como resultado un alto contenido de este contaminante, y que posteriormente fue remediado por la empresa responsable de la distribución de agua potable, nos hemos trazado el objetivo de evaluar el contenido de nitratos en el agua de red de la ciudad de Zárate, localidad vecina a la ciudad de Campana y utilizar la experiencia anterior para eventuales medidas correctivas.

La metodología utilizada consistió en la toma de muestras de distintos sectores de la ciudad de Zárate, de manera tal de cubrir toda el área en estudio. Los análisis se basaron en la reacción del ión nitrato con brucina en solución de ácido sulfúrico que desarrolla color amarillo, con posterior lectura en espectrofotómetro. Se determinó que el 64 % de las muestras analizadas está por encima de 45 mg/l, límite admitido por la legislación vigente, concluyendo que el agua potable de la localidad de Zárate se encuentra parcialmente contaminada por concentraciones elevadas de nitratos, no siendo recomendada su utilización para el uso alimenticio, fundamentalmente en los lactantes. En virtud de ello se proponen medidas correctivas de acción inmediata y mediata.

PALABRAS CLAVES

Agua potable

Nitratos

Nitritos

Metahemoglobina

Medidas correctivas inmediatas

Medidas correctivas mediatas

INTRODUCCIÓN

Los nitratos actualmente constituyen la principal “fuente de contaminación difusa” de las aguas ya sean superficiales o subterráneas. La contaminación difusa tiende a adquirir cada vez mayor protagonismo en la degradación de los recursos hídricos, ya que cuanto mayor es el grado de depuración y limitación de los vertidos puntuales, mayor es el peso relativo de este tipo de contaminación, sobre todo si se tiene en cuenta que en determinadas cuencas hidrográficas la aportación de nitrógeno de origen difuso representa más del 50% del total de la cuenca.

Para hacer frente a la problemática que supone la contaminación por nitratos, muchos países se han visto obligados, a iniciar cambios en su ordenamiento legislativo, configurando normas que regulen las explotaciones agrícolas y ganaderas, así como también la eliminación de los recursos ganaderos.

Las concentraciones de nitratos en aguas superficiales y subterráneas registran variaciones dentro de límites amplios que dependen de las condiciones geoquímicas, los procedimientos de evacuación de desechos humanos y animales, el grado de utilización local de productos agroquímicos y la cantidad de residuos industriales (O.P.S., 1980).

La presencia de altas concentraciones, tanto de nitratos como de nitritos, en las aguas subterráneas limita los usos de este recurso hídrico chocando con el desarrollo de la sociedad que demanda mayores cantidades de agua.

El estiércol, especialmente en zonas de cría de ganado, y los fertilizantes, en regiones de siembra intensiva, aportan grandes cantidades de nitratos a los suelos. Esta sustancia se produce también en forma natural debido a la biodegradación de compuestos orgánicos que luego son liberados en el agua subterránea. No obstante, la agricultura, es considerada, aún en aquellos países que todavía no tienen problemas, como la fuente principal de nitratos en el agua.

La máxima preocupación en torno a la contaminación del agua por nitratos es el efecto que pueden tener sobre la salud humana (W.H.O., 1985) por la ingesta de este contaminante, bien disuelto en el agua o bien en los alimentos. Aunque los nitratos son un producto normal del metabolismo humano, el agua con altas concentraciones en nitratos, representa un riesgo para la salud, especialmente en los niños. Si se bebe agua con elevadas concentraciones de nitratos la acción de determinados microorganismos en el estómago puede transformar los nitratos en nitritos, que al ser absorbido en la sangre convierte a la hemoglobina en metahemoglobina. La metahemoglobina se caracteriza por inhibir el transporte de oxígeno en la sangre. Aunque la formación de metahemoglobina es un proceso reversible, si puede llegar a provocar la muerte, especialmente en niños ("síndrome del bebé azul"). La población de alto riesgo son los lactantes (Leanza y Parente, 2005) que tienen una acidez estomacal baja, lo que permite el crecimiento de ciertos tipos de bacterias en el estómago y los intestinos, y si se alimenta a un niño con fórmula preparada con agua contaminada con nitratos, estas bacterias pueden convertir los nitratos en nitritos. También los nitratos pueden formar nitrosaminas y nitrosamidas compuestos que pueden ser cancerígenos. Tampoco se puede descartar que afecte a los adultos, por ejemplo, con problemas cardiovasculares.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) fija el límite de nitrato en el agua de consumo humano en 45 mg/l de nitrato. En cambio, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA) sitúa este límite en 10 mg/l de nitrato. Según la resolución 523/95 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de la Nación, de conformidad con el Código Alimentario Argentino, se admite para nitratos un valor máximo de 45 mg/l y para nitritos el valor máximo es de 0.10 mg/l.

Algunas de las tecnologías aplicables para la remediación de la contaminación por nitratos en el agua pueden ser electrodiálisis, destilación, intercambio iónico, ósmosis inversa, biodesnitrificación (Bill Binford, 1998). Sin embargo no todas son viables a nivel económico siendo la solución inmediata para bajar los límites de concentración su dilución con otros recursos hídricos, siempre que sea posible su obtención.

OBJETIVO

Dada la problemática existente a nivel mundial con el contenido de nitratos en aguas naturales y siendo el recurso hídrico subterráneo la única fuente de abastecimiento de agua de la población de la ciudad de Zárate, es de suma importancia poder conocer y establecer un detalle de las características en lo que a nitratos respecta.

Un estudio similar fue realizado durante los años 1998 y 2000 en la vecina localidad de Campana, adquiriendo en esa etapa una adecuada experiencia que permitió reducir los niveles de nitratos (Leanza et al., 2001).

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la presencia de nitratos en el agua de red de la ciudad vecina de Zárate, y así obtener información sobre la magnitud del problema de contaminación del agua subterránea, que al igual que la ciudad de Campana, proviene del acuífero Puelche. En conocimiento de los niveles de contaminación, la propuesta es transferir a la comuna de Zárate la experiencia adquirida en la ciudad de Campana.

METODOLOGIA

El recurso hídrico del cual se abastece la ciudad de Zárate, al igual que la ciudad de Campana, corresponde al acuífero Puelche. Los puntos de muestreo fueron seleccionados de forma tal de cubrir toda la zona de distribución.

El muestreo fue efectuado desde la red de distribución por lo que el contenido de nitratos corresponde a un valor medio de la mezcla de aguas provenientes de los distintos pozos de bombeo.

El período de muestreo se desarrolló entre los meses de mayo y agosto del año 2004 tomando cinco muestras durante el tiempo considerado en cada uno de los lugares elegidos. De cada uno de los sitios se promediaron las concentraciones halladas con sus respectivos valores mínimos y máximos.

Se realizaron análisis químicos de nitratos en 50 sitios de la zona en estudio, utilizando la técnica de análisis (ASTM, 1986) del Standard Test Methods for Nitrate Ion in Water, en el cual el ión nitrato reacciona con brucina en solución de ácido sulfúrico desarrollando color amarillo. La determinación de iones nitrato fue realizada por medio de un espectrofotómetro Metrolab SF-1700.

RESULTADOS

Considerando el valor medio el 36 % de los sitios de extracción analizadas está dentro de los valores recomendados, o sea el 64 % supera los 45 mg/l permisibles. En la Tabla N° 1 se representan las 50 muestras con las concentraciones de nitratos de cada una de ellas.

Sitio N°	Mínimo	Máximo	Media	Sitio N°	Mínimo	Máximo	Media
1	41.28	55.27	48.28	26	37.70	44.27	40.99
2	54.33	76.70	65.52	27	64.46	72.46	68.46
3	36.45	41.95	39.20	28	36.09	44.88	40.49
4	71.80	82.89	77.35	29	80.56	92.56	86.56
5	52.55	63.09	57.82	30	38.32	46.02	42.17
6	69.33	78.90	74.12	31	65.02	72.52	68.77
7	86.57	98.02	92.30	32	32.32	44.56	38.44
8	78.60	86.67	82.64	33	68.08	76.56	72.32
9	41.50	52.33	46.92	34	78.90	86.32	82.61
10	51.45	68.24	59.85	35	38.80	50.04	44.42
11	37.18	48.76	42.97	36	34.56	42.46	38.51
12	58.23	68.78	63.51	37	80.68	89.86	85.27
13	38.38	47.34	42.86	38	81.12	94.80	87.96
14	55.87	62.09	58.98	39	37.06	44.98	41.02
15	42.80	54.67	48.74	40	90.00	100.88	95.44
16	38.75	50.34	44.55	41	78.12	86.90	82.51
17	79.30	90.12	84.71	42	65.43	75.54	70.49
18	73.32	82.25	77.79	43	37.46	42.46	39.96
19	31.12	44.33	37.73	44	56.22	71.24	63.73
20	82.89	96.78	89.84	45	72.28	83.36	77.82
21	40.43	46.86	43.65	46	36.16	46.90	41.53
22	35.70	47.24	41.47	47	40.02	48.90	44.46
23	31.72	45.78	38.75	48	84.61	91.24	87.93
24	68.21	80.42	74.32	49	62.02	74.12	68.07
25	72.26	88.42	80.34	50	64.33	67.01	65.67

Tabla N° 1 - Concentración de Nitratos (mg/l) – Año 2004 – Ciudad de Zárate

En la tabla N° 2 se pueden apreciar variables estadísticas resultantes de los valores medios de los distintos sitios de extracción

Variable estadística	Concentración de nitratos (mg/l)
Media aritmética	61.80
Valor máximo	95.44
Valor mínimo	37.73
Intervalo	57.71
Variancia	344.10
Desviación estándar	18.55

Tabla N° 2 – Variables estadísticas

Suponiendo que los valores obtenidos responden a una distribución Gaussiana los valores probables de encontrar son los siguientes:

1) $61.80 \text{ mg/l} - 18.55 \text{ mg/l} = 43.25 \text{ mg/l}$ y $61.80 \text{ mg/l} + 18.55 \text{ mg/l} = 80.35 \text{ mg/l}$
o sea en el 68,2 % de los casos el rango es 43.25 mg/l a 80.35 mg/l

2) $61.80 \text{ mg/l} - 2 \times 18.55 \text{ mg/l} = 24.70 \text{ mg/l}$ y $61.80 \text{ mg/l} + 2 \times 18.55 \text{ mg/l} = 98.90 \text{ mg/l}$
o sea en el 95.4 % de los casos el rango es 24.70 mg/l a 98.90 mg/l

3) $61.80 \text{ mg/l} - 3 \times 18.55 \text{ mg/l} = 6.15 \text{ mg/l}$ y $61.80 \text{ mg/l} + 3 \times 18.55 \text{ mg/l} = 117.45 \text{ mg/l}$
o sea en el 99.8 % de los casos el rango es 6.15 mg/l a 117.45 mg/l

En la tabla N° 3 se puede observar la probabilidad de encontrar los distintos valores conforme a una distribución Gaussiana

Probabilidad estadística	Rango en mg/l
68.2 % de los casos	43.25 a 80.35
95.4 % de los casos	24.70 a 98.90
99.8 % de los casos	6.15 a 117.45

Tabla N° 3 – Distribución Gaussiana

La tabla N° 4 representa una distribución de frecuencias de los valores medios obtenidos

Clases	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
20 – 40	6	12
40 – 60	18	36
60 – 80	14	28
80 – 100	12	24

Tabla N° 4 – Distribución de frecuencias

En el gráfico N° 1 se puede apreciar una dispersión de la concentración de nitratos

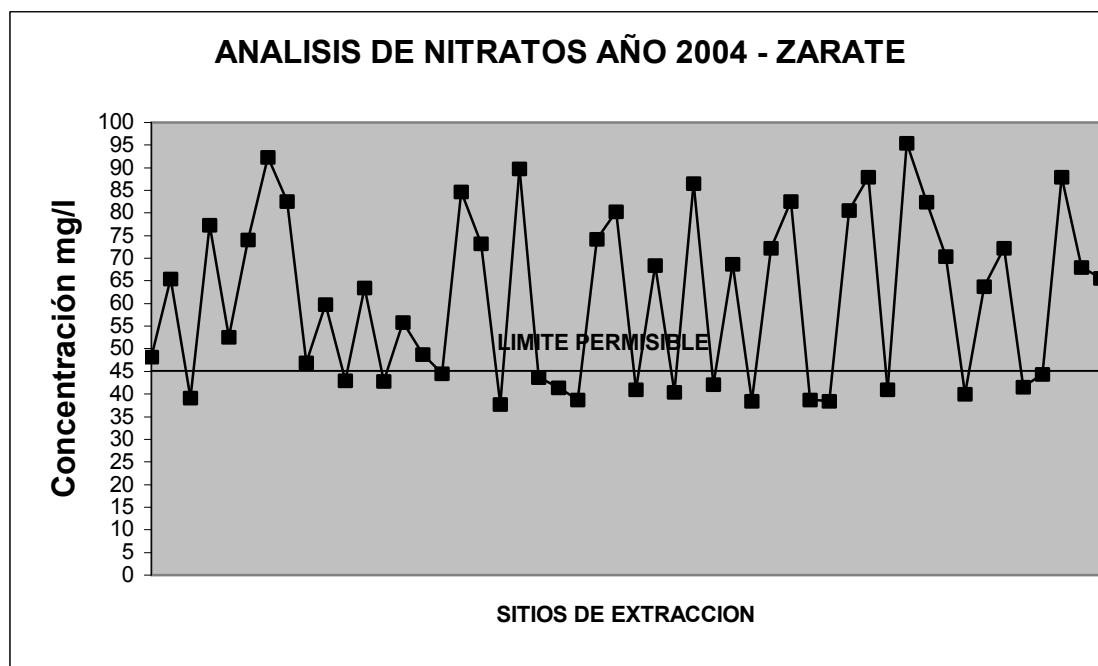


Gráfico N° 1 - Distribución de la concentración de Nitratos (mg/l) – Año 2004 – Ciudad de Zárate

CONCLUSIONES

Sobre un total de 50 muestras de agua potable analizadas, el 64 % de las mismas arrojan valores por encima de la concentración máxima recomendada. El valor de concentración de nitratos promedio del agua potable de la ciudad de Zárate es de 61.80 mg/l .

Considerando las distintas alternativas de mejoramiento posible la comuna de Zárate deberá encarar en principio las más accesibles desde el punto de vista económico para en una etapa mediata atacar los problemas de fondo que degradan el agua subterránea del acuífero Puelche.

Las medidas correctivas adoptadas por la empresa privada que tiene la responsabilidad de la distribución de agua potable en la ciudad de Campana sin duda podrían aportar en la mejora de la calidad de agua de la ciudad de Zárate.

Por su parte la comuna de Zárate deberá implementar un programa de mejoramiento de la calidad del agua. En forma inmediata tendrá que identificar los pozos contaminados, los cuales se dejarán fuera de servicio, o bien tendrá que lograr un mezclado con otros pozos que no se encuentren afectados.

En una segunda etapa se deberá realizar un trabajo de fondo. Se deberá extender la obra de cloacas y construcción de su planta de tratamiento, buscar alternativas de gestión de residuos para reemplazar el basural a cielo abierto que recibe 180 toneladas de residuos diarios provenientes de las ciudades de Zárate y Campana, hacer nuevos pozos de extracción con los estudios hidrogeológicos previos correspondientes, y trabajar con la conciencia de darle prioridad a la calidad del agua que se consume por sobre la cantidad.

Debe diseñarse un sistema de educación e información, desde el estado provincial con la participación del estado municipal, los propios usuarios, profesionales afines y los prestadores de los servicios. Se obrará de manera tal de evitar se genere la desconfianza de los usuarios, pero dando simultáneamente la información seria y responsable que permita a los mismos, cuando corresponda, adoptar las medidas de precaución y /o mitigación que el propio sistema de información se encargará de aconsejar.

Debe implementarse un mecanismo de control de la construcción y estado de las perforaciones individuales o familiares, que impida las malas prácticas constructivas y de mantenimiento, que contribuyen decisivamente a la contaminación del acuífero Puelche, garantizando que la concentración de los nitratos no supere los 45 mg/l que indica la legislación actual.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

ASTM (1986)

Annual Book of ASTM Standards - Part 31 - Water

Bill Binford P.E. (1998)

Water Conditioning & Purification - Agosto 1998, pp. 42 - 45

Leanza Luis N. y Parente Jorge R. (2001)

Evolución del contenido de nitratos en el agua subterránea de la ciudad de Campana

Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente de la Asociación Argentina de Energía Solar

ASADES 2001 – Volumen 5, 2001, ar05-01.pdf, p01.01

Leanza Luis N. y Parente Jorge R. (2005)

Nitratos y Nitritos en agua subterránea – Aspectos Generales, 1ª edición, pp.7-8

Dirección Nacional del Derecho de Autor Expediente N° 419105, 29 de julio de 2005

O.P.S., Organización Panamericana para la Salud, Criterios de salud ambiental 5. Nitratos, nitritos y compuestos de N-nitroso. Washington, DC, 1980. Publicación Científica 394.

W.H.O., World Health Organization 1985, Health hazard from nitrates in drinking water.

Report on W.H.O. meeting of Copenhagen

ABSTRACT: Considering that the presence of nitrates in drinking water is an important health risk, mainly for children while breastfeeding; that previous studies carried out in the city of Campana had shown a high content of this contaminant, a problem which later on has been solved by the company responsible for the distribution of drinking water, our objective was to evaluate the content of nitrates in the running water system in the city of Zárate, a town neighboring Campana, and to use our previous experience for possible corrective measures.

The methodology which was used involved taking samples from different sectors in the city of Zárate, so as to cover all the area to be studied. The analysis was based on the reaction of the nitrate ion with brucine in sulfuric acid solution, which develops a yellow color, and which was later read in the spectrophotometer. It was determined that 64% of the analyzed samples is over 45 mg / l , the limit admitted by the legislation currently in force, concluding that the drinking water in the city of Zárate is partly contaminated with high concentrations of nitrates, which is why we do not recommend its use for eating purposes, especially in children while breastfeeding. In virtue of this, corrective measures of short and long-term action are being proposed.